**Санкт**

**-**

**Петербургский**

**национальный**

**исследовательский**

**университет**

**информационных**

**технологий**

**,**

**механики**

**и**

**оптики**

**УЧЕБНЫЙ**

**ЦЕНТР**

**ОБЩЕЙ**

**ФИЗИКИ**

**ФТФ**



Группа R3142 К работе допущен ,

Студент Лоскутова И. В. Работа выполнена ,

Преподаватель Курашова С. А. Отчет принят ,

Исследование распределения случайной величины

**Рабочий протокол и отчет по**

**лабораторной работе №1.01**

1. Цель работы.

1. Провести многократные измерения определенного интервала времени.   
2. Построить гистограмму распределения результатов измерения.   
3. Вычислить среднее значение и дисперсию полученной выборки.   
4. Сравнить гистограмму с графиком функции Гаусса с такими же, как и у экспериментального распределения средним значением и дисперсией.

1. Задачи, решаемые при выполнении работы.

1. Снятие измерений для определенного интервала времени.   
2. Построение гистограммы распределения результатов измерения.   
3. Вычисление среднего значения и дисперсии полученной выборки.   
4. Сравнение гистограммы с графиком функции Гаусса с совпадающими средним значением и дисперсией экспериментального распределения.

1. Объект исследования.

Ошибка, возникающая при снятии измерений случайной величины.

1. Метод экспериментального исследования.

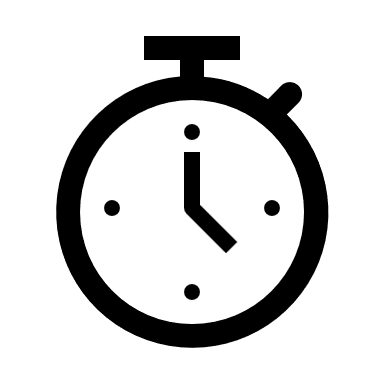
Многократное исследование определённого интервала времени.

1. Рабочие формулы и исходные данные.

1. Измерительные приборы.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *№ п/п* | *Наименование* | *Тип прибора* | *Используемый диапазон* | *Погрешность прибора* |
| *1* | *Секундомер* | *цифровой* | *60 с* | *0,01 с* |
| *2* | *Секундомер* | *механический* | *60 с* | *0,2 с* |

1. Схема установки (*перечень схем, которые составляют Приложение 1*).



1 2 1 – механический секундомер  
 12 2 – цифровой секундомер

1. Результаты прямых измерений и их обработки (*таблицы, примеры расчетов*).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № |  |  |  |
| 1 | 4,81 | -0,13 | 0,18\*10-1 |
| 2 | 4,81 | -0,13 | 0,18\*10-1 |
| 3 | 4,81 | -0,13 | 0,18\*10-1 |
| 4 | 4,84 | -0,10 | 0,11\*10-1 |
| 5 | 4,84 | -0,10 | 0,11\*10-1 |
| 6 | 4,85 | -0,09 | 0,90\*10-2 |
| 7 | 4,85 | -0,09 | 0,90\*10-2 |
| 8 | 4,85 | -0,09 | 0,90\*10-2 |
| 9 | 4,87 | -0,07 | 0,56\*10-2 |
| 10 | 4,87 | -0,07 | 0,56\*10-2 |
| 11 | 4,87 | -0,07 | 0,56\*10-2 |
| 12 | 4,88 | -0,06 | 0,42\*10-2 |
| 13 | 4,88 | -0,06 | 0,42\*10-2 |
| 14 | 4,89 | -0,05 | 0,30\*10-2 |
| 15 | 4,90 | -0,04 | 0,20\*10-2 |
| 16 | 4,90 | -0,04 | 0,20\*10-2 |
| 17 | 4,91 | -0,03 | 0,12\*10-2 |
| 18 | 4,91 | -0,03 | 0,12\*10-2 |
| 19 | 4,91 | -0,03 | 0,12\*10-2 |
| 20 | 4,91 | -0,03 | 0,12\*10-2 |
| 21 | 4,93 | -0,01 | 0,22\*10-3 |
| 22 | 4,93 | -0,01 | 0,22\*10-3 |
| 23 | 4,93 | -0,01 | 0,22\*10-3 |
| 24 | 4,93 | -0,01 | 0,22\*10-3 |
| 25 | 4,93 | -0,01 | 0,22\*10-3 |
| 26 | 4,94 | -0,05\*10-1 | 0,25\*10-4 |
| 27 | 4,94 | -0,05\*10-1 | 0,25\*10-4 |
| 28 | 4,94 | -0,05\*10-1 | 0,25\*10-4 |
| 29 | 4,94 | -0,05\*10-1 | 0,25\*10-4 |
| 30 | 4,94 | -0,05\*10-1 | 0,25\*10-4 |
| 31 | 4,97 | 0,03 | 0,63\*10-3 |
| 32 | 4,97 | 0,03 | 0,63\*10-3 |
| 33 | 4,97 | 0,03 | 0,63\*10-3 |
| 34 | 4,97 | 0,03 | 0,63\*10-3 |
| 35 | 5,00 | 0,06 | 0,30\*10-2 |
| 36 | 5,00 | 0,06 | 0,30\*10-2 |
| 37 | 5,00 | 0,06 | 0,30\*10-2 |
| 38 | 5,00 | 0,06 | 0,30\*10-2 |
| 39 | 5,01 | 0,07 | 0,42\*10-2 |
| 40 | 5,01 | 0,07 | 0,42\*10-2 |
| 41 | 5,03 | 0,09 | 0,72\*10-2 |
| 42 | 5,03 | 0,09 | 0,72\*10-2 |
| 43 | 5,03 | 0,09 | 0,72\*10-2 |
| 44 | 5,03 | 0,09 | 0,72\*10-2 |
| 45 | 5,04 | 0,10 | 0,90\*10-2 |
| 46 | 5,05 | 0,11 | 0,01 |
| 47 | 5,05 | 0,11 | 0,01 |
| 48 | 5,08 | 0,14 | 0,02 |
| 49 | 5,15 | 0,21 | 0,04 |
| 50 | 5,15 | 0,21 | 0,04 |
|  | ⟨t⟩N = 4,94 *с , с*  σN = pmax = | | |

**Таблица 1**: Результаты прямых измерений

Среднее значение времени :

Проверка среднего значения времени : 0,15\*10-14

Выборочное СКО:

Максимальное значение плотности распределения :

1. Расчет результатов косвенных измерений (*таблицы, примеры расчетов*).

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Границы интервалов, *c* | ΔN |  |  |  |
| 4,81 | 8 | 2,90 | 4,84 | 1,82 |
| 4,86 |
| 4,86 | 8 | 2,90 | 4,89 | 3,90 |
| 4,91 |
| 4,91 | 14 | 5,09 | 4,94 | 4,84 |
| 4,96 |
| 4,96 | 8 | 2,90 | 4,99 | 4,20 |
| 5,01 |
| 5,01 | 9 | 3,27 | 5,04 | 2,49 |
| 5,06 |
| 5,06 | 1 | 0,36 | 5,09 | 1,26 |
| 5,11 |
| 5,11 | 2 | 0,72 | 5,13 | 0,21 |
| 5,15 |

**Таблица 2**: Данные для построения гистограммы

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Интервал, с | | ΔN |  | P |
| от | до |
| <t>N ± σN | 4,86 | 5,03 | 32 | 0,64 | 0,683 |
| <t>N ± 2σN | 4,78 | 5,11 | 48 | 0,96 | 0,954 |
| <t>N ± 3σN | 4,70 | 5,19 | 50 | 1,00 | 0,997 |

**Таблица 3**: Стандартные доверительные интервалы

Абсолютная погрешность измерения:

Относительная погрешность измерения:

Количество интервалов : 4,81 c, 5,15 c,

Значение интервала :

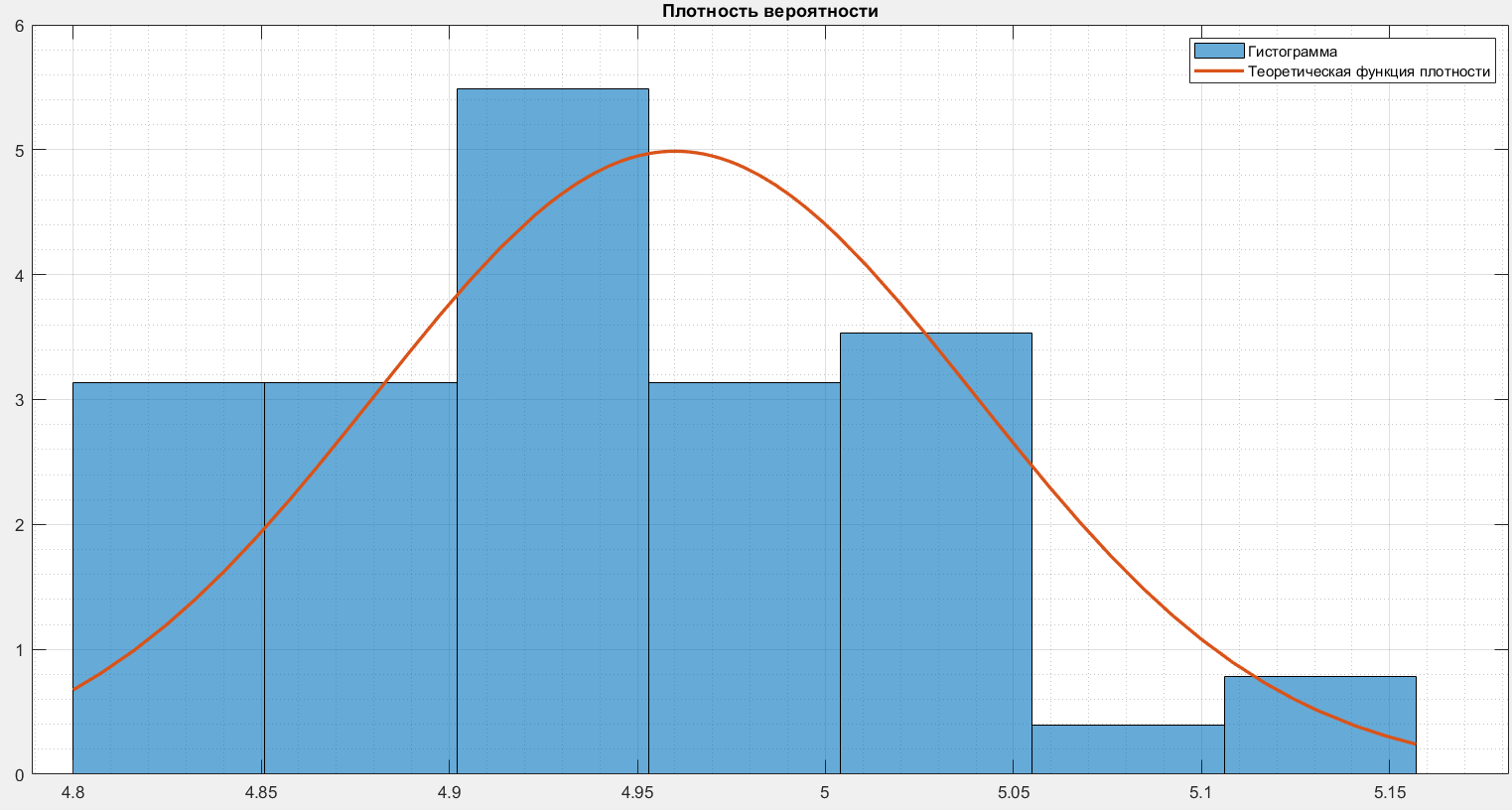
Значение – середина выбранных интервалов, для 4-го интервала:

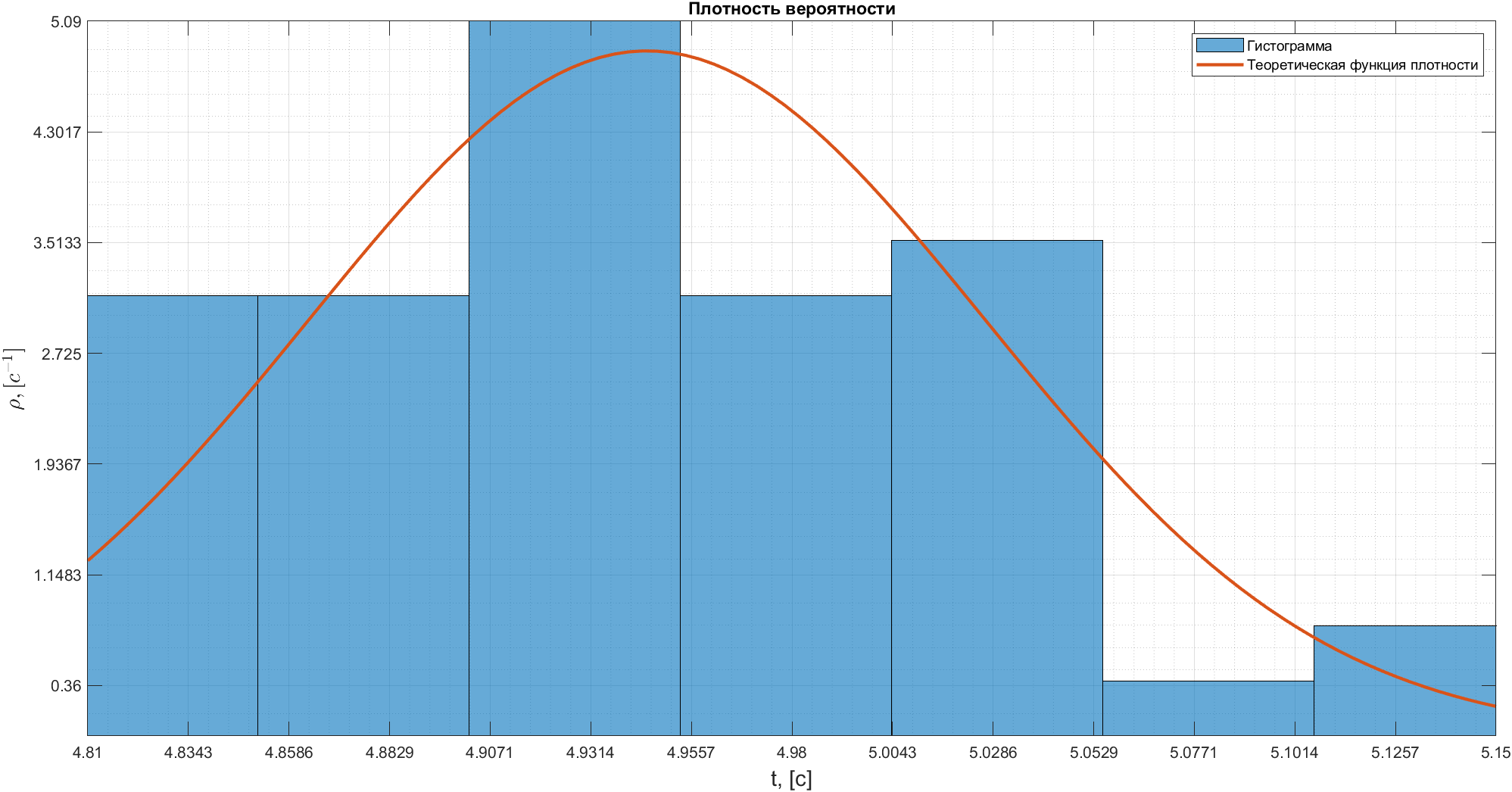
Плотность распределения для значений (пример для – середины первого интервала):

1. Расчет погрешностей измерений (*для прямых и косвенных измерений*).

СКО среднего значения:

Случайная погрешность (при доверительной вероятности , количестве измерений и коэффициенте Стьюдента ):

1. Графики (*перечень графиков, которые составляют Приложение 2*).



1. Окончательные результаты.

Среднее время:

Выборочное СКО:

Максимальная плотность распределения:

Абсолютная погрешность измерения:

Относительная погрешность измерения:

СКО среднего значения:

Значение интервала:

Случайная погрешность:

1. Выводы и анализ результатов работы.

В результате проведения исследования данных, снятых при многократном измерении определенного промежутка времени, была построена гистограмма распределения случайной величины и график функции Гаусса. Получено среднее время, среднеквадратичное отклонение среднего значения, максимальное значение плотности распределения, а также случайная погрешность. Полученные значения соответствуют закону нормального распределения.  
Анализируя полученную гистограмму, можно отметить, что она немного различается с графиком функции Гаусса из-за маленького размера выборки (N=50). Некоторые ее столбики (номера при счете: 1, 3, 4, 6) сильно различаются со своими ожидаемыми значениями (значения, при которых будет идеальное совпадение с графиком функции Гаусса), что также вызывает асимметрию гистограммы.

1. Дополнительные задания. Выполнение дополнительных заданий.
2. Являются ли, по вашему мнению, случайными следующие физические величины:

– плотность алмаза при 20°𝐶

– напряжение сети

– сопротивление резистора, взятого наугад из партии с одним и тем же номинальным сопротивлением

– число молекул в 1см3 при нормальных условиях?

Приведите другие примеры случайных и неслучайных физических величин.

Случайными величинами будут являться напряжение сети и сопротивление резистора. Неслучайными величинами являются плотность алмаза и число молекул.

Примеры:

- Случайная величина – число выпавших очков на игральной кости

- Неслучайная величина – число Авогадро

1. Изучая распределение ЭДС партии электрических батареек, студент использовал цифровой вольтметр. После нескольких измерений получились такие результаты (в вольтах): 1,50; 1,49; 1,50; 1,50; 1,49. Имеет ли смысл продолжать измерения? Что бы вы изменили в методике этого эксперимента?

Я бы не стала менять методику измерений, но продолжила бы измерения для получения достаточного большого числа выборки.

1. При обработке результатов измерений емкости партии конденсаторов получено: ⟨𝐶⟩ = 1,1 мкФ, 𝜎 = 0,1 мкФ. Если взять коробку со 100 конденсаторами из этой партии, то сколько среди них можно ожидать конденсаторов с емкостью меньше 1 мкФ? больше 1,3 мкФ?

При С < 1:

При С > 1,3: